

Panu Markkanen

Tietomallipohjaisen hankkeen arviointi osapuolten näkökulmasta

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinöörityö

9.5.2016

Tekijä(t) Otsikko	Panu Markkanen Tietomallipohjaisen hankkeen arviointi osapuolten näkökulmasta
Sivumäärä Aika	34 sivua + 0 liitettä 9.5.2016
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Rakennetekniikka
Ohjaaja(t)	Yliopettaja Päivi Jäväjä
<p>Tämä opinnäytetyö toteutettiin osana Helsingin kaupungin innovaatorahaston rahoittamaa, Metropolia Ammattikorkeakoulun ja Aalto Yliopiston rakennustekniikan laitoksen yhteistä InnoBIM-hanketta. Helsingin kaupungin rakennusvirasto on kehittänyt Isoisänsilta-hankkeessa uutta tietomallipohjaista toimintatapaa, josta on kuitenkin vain vähän kokemuksia. Isoisänsilta-hankkeessa tietomallintaminen oli laajasti ja edistyksellisesti käytössä sekä tilaamisen, suunnittelun että toteutuksen välineenä. InnoBIM-hankkeen tavoitteena oli kerätä kokemusperäistä tietoa Isoisänsilta-hankkeesta.</p> <p>Tässä opinnäytetyössä tutustuttiin tietomallintamisen nykytilanteeseen Suomessa ja casekohteena olleessa Isoisänsilta-hankkeessa. Opinnäytetyö perustuu Isoisänsilta-hankkeen osapuolille suoritettuun haastattelututkimukseen. Haastattelutuloksia esitellään ja arvioidaan tässä työssä kolmesta eri näkökulmasta: Prosessi, Ihmiset, Teknologia. Haastattelut toteutettiin teemahaastatteluina keskittyen erityisesti urakoitsijan valinnan jälkeiseen rakennussuunnittelu- ja toteutusvaiheeseen.</p> <p>Kokonaisuutena Isoisänsillan voidaan sanoa olevan onnistunut pilottikohde, jossa tietomallipohjaista toimintatapaa on rohkeasti viety eteenpäin. Urakoitsijalla ei tässä tapauksessa ollut aiempaa kokemusta tietomallien käytöstä työmaalla, mutta silti hankkeen läpiviennissä on onnistuttu hyvin.</p> <p>Muutos ja siirtyminen täysin tietomallipohjaiseen toimintaan ei tule tapahtumaan yhdessä päivässä ja tarvitaan Isoisänsillan kaltaisia hankkeita lisää. Isoisänsilta-hankkeessa osoitettiin konkreettisesti tietomallintamisen laajan hyödyntämisen tuomia etuja, kuten suunnitelmien parantunut laatu, määrälaskennan helpottuminen, työmaan aikataulun seurannan ja suunnittelun tarkentuminen sekä rakentamisen toteutuksessa toiminnan tehostumista uusien työkalujen ja teknologian ansiosta. Vain tällä tavalla saadaan vietyä alaa kokonaisuutena eteenpäin. Tilaajat alkavat vähitellen vaatia tietomallin laajempaa hyödyntämistä ja urakoitsijat alkavat arvostaa tietomallin tuotantovaiheeseen tuomia hyötyjä kuten tehokkuuden lisääntyminen ja kustannussäästöt.</p>	
Avainsanat	Tietomalli, BIM, InnoBIM, Isoisänsilta, HKR

Author(s) Title	Panu Markkanen Evaluation of a BIM based project from different stakeholders' viewpoint
Number of Pages Date	34 pages + 0 appendices 5 May 2016
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Specialisation option	Structural Engineering
Instructor(s)	Päivi Jävää, Principal Lecturer
<p>This thesis was made as a part of a joint undertaking between Metropolia University of Applied Sciences and Aalto University's Department of Civil and Structural Engineering called InnoBIM, which was funded by the city of Helsinki's innovation fund. City of Helsinki has developed a new BIM based working method, of which there are still only little experience, in a bridge project Isoisänsilta. In the Isoisänsilta project BIM was widely and progressively in use in the bidding, design and construction phases. The goal of the InnoBIM project was to collect experience based data on the Isoisänsilta project.</p> <p>This thesis studies the current state of BIM in Finland and the case project Isoisänsilta. The thesis is based on an interview study carried out with the participants of Isoisänsilta. The results of the study are portrayed and analyzed in this thesis from three perspectives which are the process, people and technology. The interviews were carried out as theme interviews focusing mainly in the design and construction phases of the project.</p> <p>Overall one could say that Isoisänsilta is a success as a pilot project in which BIM based working method was developed further courageously. In this case contractor had no prior experience of working with BIM but despite this the process has been carried out well.</p> <p>The transformation and transition to fully BIM based working method will not happen in a day and there is a need for more projects similar to Isoisänsilta. Isoisänsilta project tangibly showed the many advantages that BIM brings including increased quality of the plans, easiness of quantity surveying, consistency of schedule monitoring and planning as well as increased effectiveness of construction management via new tools and technologies. This is the only way to further boost the construction industry as a whole. Contractors will grow to appreciate the obvious benefits, such as increased efficiency and cost savings, of integrating BIM into their methods as clients will demand more and more the use of BIM in the future.</p>	
Keywords	Information Model, BIM, InnoBIM, Isoisänsilta, HKR

Sisällys

Lyhenteet ja käsitteet

1	Johdanto	1
1.1	Opinnäytetyön tausta	1
1.2	Tavoite	1
1.3	Tutkimusmenetelmät	2
1.4	Työn rajaus	3
2	Tietomallintaminen Suomessa ja lähitulevaisuuden näkymät	3
2.1	Tietomallintaminen Suomessa	3
2.1.1	Yleiset tietomallivaatimukset 2012	5
2.1.2	Yleiset inframallivaatimukset 2015	7
2.2	Lähitulevaisuuden näkymät	8
3	Case: Isoisänsilta	10
3.1	Hankkeen kuvaus	10
3.2	Tietomallin käyttö hankkeessa	12
3.2.1	Tarjousvaihe	12
3.2.2	Rakentamisen aikana	15
3.2.3	Bonus- ja sanktiojärjestelmä	16
4	Haastattelututkimus	17
4.1	Haastatteluteemat ja -tulokset	18
4.1.1	Ihmiset	18
4.1.2	Prosessi	19
4.1.3	Teknologia	24
5	Johtopäätökset ja kehitysehdotukset	26
5.1	Johtopäätökset	26
5.2	Kehitysehdotukset	30
	Lähteet	33

Lyhenteet ja käsitteet

BIM	<i>Building Information Model / Modelling</i> . Rakennusten tietomalli tai -mallinnus
IFC	<i>Information Foundation Classes</i> . Avoin tiedonsiirtoformaatti tietomallintamisessa
HKR	Helsingin Kaupungin Rakennusvirasto
YTV2012	Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Vuonna 2012 julkaistu ohje tietomallien käyttöön rakennushankkeissa ja niiden eri vaiheissa.
YIV2015	Yleiset inframallivaatimukset. Vuonna 2015 julkaistu ohje tietomallien käyttöön infrarakennushankkeissa ja niiden eri vaiheissa.
UDA	<i>User Defined Attributes</i> . Tekla Structures -mallinnusohjelmistosta löytyvä, käyttäjän muokattavissa oleva tietokenttä.
RTS	Rakennustietosäätiö. Suomalainen yleishyödyllinen rakennusalan tutkimus- ja kehitysyhteisö.

1 Johdanto

1.1 Opinnäytetyön tausta

Rakennusallalla on käynnissä merkittävä mullistus siirryttäessä perinteisistä, paperisista piirustuksista ja dokumenttipohjaisesta toiminnasta nykyaikaiseen, tietomallien ja teknologian kehityksen mahdollistamaan, koko rakennushankkeen elinkaaren huomioon otta-
vaan kokonaistuotantoon.

Helsingin kaupungin rakennusvirasto päätti ajaa tätä ajattelu- ja toimintamallia eteenpäin Helsingin kalasataman ja Mustikkamaan välille rakennettavassa Isoisänsillan pilottihank-
keessa. Isoisänsilta on tiettävästi Suomen ja maailmankin mittakaavassa ainutlaatuinen kohde, jossa tietomalli toimii tilaajan dokumenttina eikä urakoitsijalle tuotettu kuin hyvin rajallinen määrä tietomallia tukevia piirustuksia. Kaikki tieto siis oli luettava tietomallista. Tietomalli oli laadittu sillä periaatteella, että urakoitsijan on kyettävä sen pohjalta raken-
tamaan toimiva silta.

Nykytilanteessa tietomallintaminen mielletään helposti vain suunnittelijan työkaluksi, ei-
hän hieno tietomalli vaikuta esimerkiksi betonin valamiseen työmaalla. Aikanaan, kun koneohjaus tuli markkinoille se kohtasi muutosvastaisuutta. Nykyään koneohjaus on tuo-
nut tunnustettuja säästöjä ja on arkipäivää muun muassa väylähankkeissa ja maanra-
kentamisessa. Olisiko aika ottaa seuraava askel? [1., 21.]

1.2 Tavoite

Tämän insinöörityön tavoitteena on kerätä kokemusperäistä tietoa Isoisänsillan hank-
keen tietomallipohjaisen toimintatavan onnistumisesta, kohdatuista haasteista, urakoit-
sijoiden valmiudesta siirtyä tietomallipohjaiseen toimintaan sekä selvittää, mitä konkreet-
tisia hyötyjä täysin tietomallipohjainen toiminta tuo hankkeelle. [1.] Kartoitetaan myös tietomallintamisen nykytilaa Suomessa ja arvioidaan lähitulevaisuuden näkymiä alalla yleisesti.

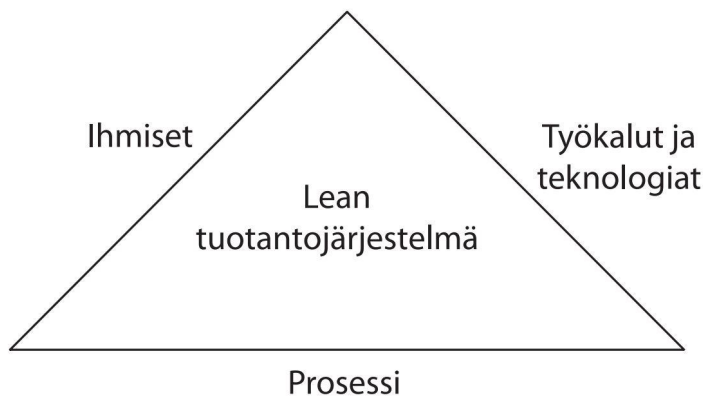
Pilottiprojektin onnistumista tullaan evaluimaan laajasti kolmesta näkökulmasta, jotka ovat ihmiset, prosessi sekä teknologia.

1.3 Tutkimusmenetelmät

Opinnäytetyön tiedonkeruu toteutettiin tutustumalla alan kirjallisuuteen liittyen tietomallipohjaiseen toimintaan ja tietomallintamisen nykytilaan ja lähitulevaisuuden näkymiin Suomessa. Kirjallisuuteen kuuluu niin aiemmin tehtyjä opinnäytetöitä kuin myös asiaan liittyviä tutkimuksia sekä artikkeleita.

Osana opinnäytetyön tiedonkeruuta toteutettiin myös haastattelututkimus Isoisänsillan hankkeen osapuolille. Haastattelut toteutettiin puolistrukturoituina teemahaastatteluina haastatteleamalla Isoisänsillan pilottikohteeseen osallistuneet osapuolet ja sidosryhmät, kuten urakkatarjousvaiheeseen osallistuneet potentiaaliset urakoitsijat, tarjouskilpailun voittanut pääurakoitsija, suunnittelijat, rakennuttajakonsultit sekä tavarantoimittajat. Haastattelut toteutettiin teemahaastatteluina, koska tällöin saadaan tavoitteen mukaisesti parhaiten osapuolten kokemusperäistä tietoa esille. Koimme, että kvantitatiivinen tutkimus tässä kohtaa olisi ollut hankala toteuttaa, sillä tavoite oli saada nimenomaan kokemusperäistä tietoa tietomallipohjaisen hankinta- ja toteutustavan toimivuudesta sekä saada osapuolten ääntä mahdollisimman hyvin kuuluviin.

Tässä opinnäytetyössä haluttiin arvioida tietomallipohjaisen hankkeen onnistumista kolmen pääteeman näkökulmasta: ihmiset, teknologia ja prosessi. Tähän jaotteluun päädyttiin Lean - rakentamisen periaatteiden pohjalta, jossa pääpaino on tuottavuuden parantamisessa. Lean - tuotantojärjestelmä rakentamisessa voidaan jakaa näihin kolmeen osa-alueeseen, jolloin saadaan mahdollisimman kattava arviointi hankkeen onnistumisesta ja tässä tapauksessa tietomallipohjaisen toiminnan hyödyistä kokonaisuutta ja lopulta tuottavuutta silmällä pitäen. [1., 20.]



Kuva 1. Lean - tuotantojärjestelmän periaate. [20.]

Laadimme kullekin haastateltavalle osapuolelle muutamia yksittäisiä, tarkentavia kysymyksiä kuhunkin teemaan liittyen, mutta pääosin haastattelut etenivät keskustelunomaisesti. Haastattelututkimuksesta, -teemoista ja -tuloksista kerrotaan tarkemmin luvussa 4 ja johtopäätöksiä sekä kehitysehdotuksia toiminnan parantamiseksi ja kehittämiseksi esitetään luvussa 5.

1.4 Työn raja

Tämä insinöörityö tulee rajaamaan tietomallien hyödyntämiseen urakan hankinta- ja tarjousvaiheen jälkeisissä vaiheissa rakennussuunnittelusta toteutukseen. Isoisänsillan pilottikohteessa tulee hyödyntämään tietomalleja ylläpitovaiheessakin, mutta tämä rajattiin työn ulkopuolelle. Myös muun muassa suunnittelun ja aliurakoiden hankinta rajattiin työn ulkopuolelle.

2 Tietomallintaminen Suomessa ja lähitulevaisuuden näkymät

2.1 Tietomallintaminen Suomessa

Rakennusten tietomallintamisen päätavoitteet ovat suunnittelun ja rakentamisen laadun, tehokkuuden ja turvallisuuden parantaminen ja tukeminen. Tietomalleja hyödynnetään koko rakennusprojektin ajan jatkuen aina suunnittelun alusta rakennuksen käyttöönoton jälkeiseen ylläpitovaiheeseen. [3. s.5]

Rakennustietosäätiö RTS toteutti huhtikuussa 2013 yhteistyössä BuildingSMART Finlandin ja RIBA Enterprises Ltd:n kanssa kyselytutkimuksen tietomallintamisen nykytilasta Suomessa. Vastaava kysely toteutettiin myös Iso-Britanniassa vuosina 2010, 2011 ja 2012. Kyselyyn vastasi Suomessa 402 henkilöä, jotka toimivat erinäisissä rakennusalan tehtävissä ja yrityksissä. Kyselyyn vastanneista 65 % käytti tietomallintamista työssään vastaushetkellä ja 90 % uskoi käyttävänsä tietomallintamista kolmen vuoden (2016) ja 92 % viiden vuoden (2018) sisällä. [4., 5.]

Vuoden 2013 jälkeen tietomallintaminen onkin lisääntynyt ja tällä hetkellä on menossa joitakin pilottihankkeita, kuten tämän opinnäytetyön case-kohde Isoisänsilta Helsingissä,

joissa ollaan lähtökohtaisesti viemässä tietomallintamista laajassa mittakaavassa työmaankin käyttöön. Perinteisesti tietomallintaminen on nähty lähinnä suunnittelijan työkaluna, josta työmaalle laaditaan 2D-piirustukset.

Alla lainaus eräästä RTS:n kyselyn vastauksesta vuodelta 2013, joka kuvaa hyvin pulonkaulaa liittyen tietomallinnuksen mahdollisimman laajaan hyödyntämiseen ja implementointiin olennaiseksi osaksi koko rakennushanketta:

Suunnittelupuolella BIMiin törmään usein ja siellä se onkin jo arkipäivän työkaluna. Rakennusliikkeen/urakoitsijan puolella siihen törmää harvemmin, mutta kiinnostus heillä on kasvanut kovasti. Myös strategisia päätöksiä on tehty mallintamisen jalkauttamiseen. Tällä hetkellä haasteena on se, että koko rakennusketju pitäisi saada sopeutumaan malliin ja hyödyntämään sitä. Suunnittelija mallintavat mutta tuotettu asiakirja on valitettavan usein vain 2D tuloste. [5. s.4]

Tietomallintamisen ja tietomallipohjaisen toimintatavan kehittäminen on jatkuvaa työtä, jota tekevät Suomessa muun muassa BuildingSMART Finland, valtion laitokset, kuten liikennevirasto, suuret rakennuttajat sekä alan yritykset suunnittelutoimistoista urakoitsijoihin. Tämän kehitystyön kulminaatiopisteinä viime vuosilta voidaan nähdä yleiset tietomallivaatimukset 2012 ja yleiset inframallivaatimukset 2015, joiden tavoitteena on ollut yhtenäistää ja ohjeistaa mallinnuskäytäntöjä ja parantaa tietomallintamisen käyttöä rakennuskohteissa.

Aiempi pilottikohde, josta Helsingin kaupunki on muun muassa ottanut oppia Isoisänsillan hankkeeseen ja yleisestikin tietomallipohjaiseen toimintatapaan, on vuonna 2011 liikenteelle avattu Crusellin silta Helsingin Ruoholahden ja Jätkäsaaren välillä. Crusellin sillasta muodostui pilottimainen hanke niin tilaajalle kuin suunnittelijallekin, kun päätettiin mallintaa vain sillan teräsrakenteen sijasta kaikki muutkin rakenteet, kuten paikallavalettut betonirakenteet ja niiden raudoitteet. Kokonaan mallinnetun sillan teräs- ja betonirakenteiden työpiirustukset laadittiin suoraan tietomallista. [24.]

Crusellin sillan hanke oli ensimmäinen siltahanke tilaajalle, jossa tietomallia hyödynnettiin laajasti aina aikataulun suunnittelusta työmaan johtoonkin asti. Suunnittelijalle hanke oli ensimmäinen, jossa mallinnettiin tässä laajuudessa kaikki betonirakenteet ja niiden raudoitukset. Urakoitsija hyödynsi ja päivitti myös tietomallia työmaalla. Urakoitsija muun muassa mallinsi omaan tietomalliinsa sillan väliaikaiset rakenteet ja laati mallin avulla muottipiirustukset. Pääurakoitsija näki jaetusta mallista muutokset jo ennen kuin tilaaja oli hyväksynyt piirustukset, mikä auttoi valmistautumaan tulevaan. [24.]

Rakentamisvaiheessa tietomallin huomattiin vievän rakentamista huomattavasti eteenpäin. Tietomallista muodostui urakoitsijan ensisijainen tietolähde ja sitä hyödynnettiin rakentamisen aikana niin mitoituksessa, osien rakentamisen visualisoinnissa, rakentamismenetelmien määrittämisessä kuin materiaalien toimitusraporttien laadinnassa. [24.]

Crusellin sillan hanke oli selvästi hyvää oppia tietomallintamisen laajasta hyödyntämisestä siltahankkeissa ja tältä pohjalta Helsingin kaupunki onkin jatkanut tietomallipohjaisen toiminnan kehittämissä muun muassa Isoisänsillassa. Crusellin sillan hankkeesta seuraava askel on otettu juuri Isoisänsillassa, jossa Crusellin sillasta poiketen siltaa tosiasiassa rakennetaan tietomallin avulla pääsääntöisesti ilman perinteisiä piirustuksia.

Helsingin kaupunki alkoi vuonna 2014 vaatia kaikkien siltojen ja taitorakenteiden mallintamista. Helsingin kaupunki otti myös vuoden 2014 syksyllä käyttöön kaupungin oman siltojen ja taitorakenteiden mallinnusohjeen, jonka tarkoituksena on pyrkiä vastaamaan siihen, mitä mallinnetaan missäkin vaiheessa ja miten. Helsingin kaupungin tavoitteena tosin on siirtyä omista ohjeista noudattamaan infra-alan yleisiä ohjeita, kuten Yleisiä inframallivaatimuksia. [10., 28.]

Myös muilla kaupungeilla, kuten Espoolla, Vantaalla, Turulla, Tampereella, Oululla ja Lahdella, on omia, vastaavia ohjeistuksia [9. s.21].

2.1.1 Yleiset tietomallivaatimukset 2012

Vuonna 2012 julkaistiin päivitys Senaatti-kiinteistöjen vuonna 2007 valmistuneisiin Yleisiin tietomallivaatimuksiin. COBIM-hankkeen tuloksena syntynyt ohjeistus tunnetaan nimellä Yleiset tietomallivaatimukset 2012 (YTV 2012) ja se koostuu tällä hetkellä 14:sta osasta. YTV:n eri osissa ohjeistetaan tietomallien käyttöä ja niiden laadintaa monista eri näkökulmista. Yleiset tietomallivaatimukset 2012 on julkaistu myös englanniksi, viroksi ja espanjaksi. [2.]

YTV 2012:n osat ovat:

1. Yleinen osuus
2. Lähtötilanteen mallinnus
3. Arkkitehtisuunnittelu
4. Talotekninen suunnittelu
5. Rakennesuunnittelu
6. Laadunvarmistus
7. Määrälaskenta
8. Havainnollistaminen
9. Mallien käyttö talotekniikan analyyseissä
10. Energia-analyysit
11. Tietomallipohjaisen projektin johtaminen
12. Tietomallien hyödyntäminen rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana
13. Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa
14. Tietomallien hyödyntäminen rakennusvalvonnassa. [2.]

YTV:ssä esitetään vaatimuksia ja ohjeistuksia muun muassa mallinnustarkkuuteen suunnittelun eri vaiheissa sekä eri vaiheiden mallien käyttötarkoitusta hankkeen eri vaiheissa. Ohjeet ovat hyvin yleisluontoisia ja niitä kuuluukin soveltuvien osin käyttää hankkeissa hyväksi. Esimerkiksi objektien nimeämisiin ja muihin mallinnusteknisiin asioihin liittyvät ohjeet on pyritty laatimaan olevaksi laajassa käytössä sellaisinaan.

2.1.2 Yleiset inframallivaatimukset 2015

Vuonna 2015 julkaistiin Yleiset inframallivaatimukset 2015 (YIV 2015) BuildingSMART Finlandin toimesta. Ohjeiden valmistelusta vastasi RYM Oy:n PRE-ohjelman InfraFIN-BIM työpaketin osapuolet (useita yrityksiä, valtion laitoksia ja kaupunkoja) kevääseen 2014 asti, jonka jälkeen BuildingSMART Finlandin Infra-toimialaryhmä. Jatkossa ohjeiden päivityksestä ja kehittämisestä vastaa BuildingSMART Finland.

Tarve yleisille inframallivaatimuksille on syntynyt suurimpien infratilaajien halusta siirtyä tietomallintavaan toimintatapaan. Kaikilla hankkeiden osapuolilla tulisi olla yhteinen näkemys siitä, mitä ja miten mallinnetaan missäkin vaiheessa. Yleiset inframallivaatimukset on tarkoitettu käytettäväksi hankinnoissa yleisinä viiteasiakirjoina sekä tietomallintamisen ohjeina infrahankkeissa. [8.]

Yleiset inframallivaatimukset on jaettu 12 osaan, joissa jokaisessa käsitellään tietomallintamista eri näkökulmista niin osapuolittain kuin mallien käyttötarkoitusten mukaan.

YIV 2015:n osat ovat:

1. Tietomallipohjainen hanke
2. Yleiset mallinnusvaatimukset
3. Lähtötiedot, liite 1, liite 2
4. Inframalli ja mallinnus hankkeen eri suunnitteluvaiheissa
5. Rakennemallit
 - 5.1. Maa-, pohja- ja kalliorakenteet, päälly- ja pintarakenteet
 - 5.2. Maarakennustöiden toteutusmallin (koneohjausmalli) laadintaohje
 - 5.3. Maarakennustöiden toteumamallin laadintaohje
 - 5.4. Liite 1
6. Rakennemallit
 - 6.1. Järjestelmät

7. Rakennemallit

7.1. Rakennustekniset rakennusosat

8. Inframallin laadunvarmistus

9. Määrälaskenta, kustannusarviot

10. Havainnollistaminen

11. Infran hallinta

11.1. Inframallinnus päällysteiden korjaamisessa

12. Inframallin hyödyntäminen suunnittelun eri vaiheissa ja rakentamisessa

12.1. Maarakentamisen mallipohjainen laadunvarmistusmenetelmä. [8.]

2.2 Lähitulevaisuuden näkymät

Tietomallintaminen tulee yleistymään ja on nähtävissä, että yhä useampi iso tilaaja on alkamassa vaatia tietomallintamisen käyttöä enenemissä määrin. Pilottihankkeista saatavan kokemuksen myötä tietomallin käyttö urakkasopimusasiakirjana tulee varmasti yleistymään, mikä puolestaan johtaa tietomallin hyödyntämiseen laajemmassa mittakavassa koko rakennushankkeen elinkaaren aikana aina hankesuunnittelusta rakentamiseen ja ylläpitoon asti.

Ylläpitomalleista ei tällä hetkellä ole vielä kovin paljoa käyttökokemuksia, mutta alalla ymmärretään niiden tarjoama potentiaali rakennusten ja kiinteistöjen ylläpidossa ja muun muassa korjausrakentamisen suunnittelussa. Ylläpitomallien yleistymisen haasteena on saada ne riittävälle tarkkuustasolle niin talotekniikan kuin esimerkiksi pintamateriaalien osalta, jotta niitä voidaan järkevästi hyödyntää rakennusten ylläpidossa. Myös käyttäjien tietotaito tietomallien käytössä asettaa omat haasteensa. Yksi haaste ylläpitomallien yleistymiselle on varmistaa digitaalisessa muodossa olevan tietomallin säilyvyys ja hyödynnettävyys pitkällä aikavälillä. Monien rakenteiden suunniteltu käyttöikä on jopa 100 vuotta ja ylläpitomallin käyttö korjausrakentamisen suunnittelussa täytyisi pystyä varmistamaan koko tälle ajalle (vähintään).

Useat Suomen kaupungit ovat seuraamassa kansainvälistä trendiä, jossa kaupungeista laaditaan kolmiulotteisia, avoimeen dataan perustuvia kaupunkimalleja. Tällä hetkellä kaupunkimallit toimivat lähinnä kaavatiedon ja kaavan vaikutuksen ympäristöön havainnollistavana työkaluna, mutta tulevaisuudessa kaupunkimalleista luodaan tarkempia ja tietosisällöltään laajempia kaupunkisuunnittelun työkaluja. [11.]

Urakoitsijat ovat myös ottamassa enemmän ja enemmän tietomalleja käyttöön työmailla. Suuret urakoitsijat käyttävät tietomalleja omilla työmaillaan jo nyt muun muassa aikataulun seurantaan ja suunnitteluun sekä rakentamisen aikaisen määrätiedon hallintaan, mutta tietomallien hyödyntäminen tulee varmasti yleistymään myös pienempien urakoitsijoiden keskuudessa ja pienemmissä kohteissa muun muassa tilaajien siirtyessä käyttämään tietomallia jo tarjousmateriaalina.

Tietomalleja tullaan hyödyntämään ja tietomallipohjaista toimintatapaa tullaan kehittämään jatkossa monien eri hankkijoiden osalta pilottikohteissa. Esimerkiksi Helsingin kaupunki tulee jatkamaan muun muassa Isoisänsillasta ja Crusellin sillasta opittua Kruunusilltojen hankkeessa.

Kruunusillat tulevat yhdistämään Helsingin Laajasalon, Korkeasaaren ja Kalasataman raitiotiellä osaksi kantakaupunkia. Hanke koostuu kolmesta sillasta, joista Kruunuvuorensilta tulee valmistuessaan olemaan Suomen pisin silta. Hankkeessa on käynnissä suunnitteluvaihe ja rakentamisen päätöksentekoprosessi alkaa keväällä 2016. [25.]

Kruunusilltojen hanke on huomattavasti Isoisänsiltaa mittavampi hanke ja siinä on testattu ja tullaan testaamaan sekä edelleen kehittämään aiemmin opittua tietomallipohjaiseen toimintaan liittyen.

3 Case: Isoisänsilta

3.1 Hankkeen kuvaus

Isoisänsilta on parhaillaan rakenteilla Helsingin Kalasataman ja Mustikkamaan välille ja se on tarkoitettu kevyen liikenteen käyttöön. Silta mahdollistaa kulun Kalasataman metroasemalta läpi uuden Kalasataman asuinalueen aina Korkeasaareen saakka. Kyseisten alueiden tavoitettavuus paranee huomattavasti uuden sillan myötä. [6.]

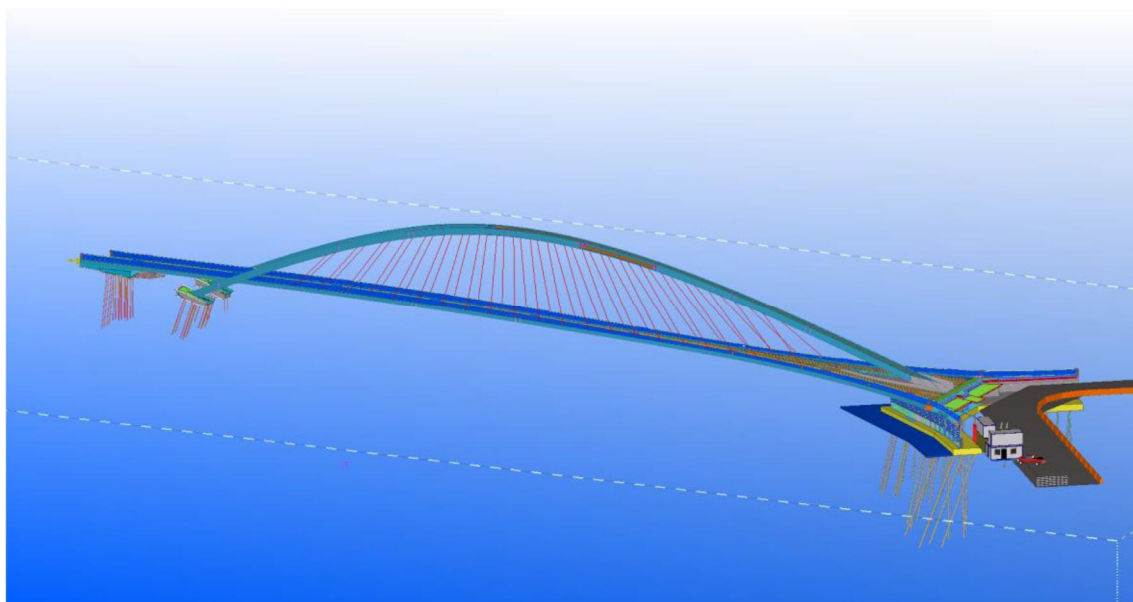


Kuva 2. Isoisänsillan työmaan tilanne 20.1.2016. Kuvattu Kalasataman päädyssä.

Sillan rakentaminen alkoi 1.8.2014. Töiden tulee olla valmiina 30.8.2016 mennessä, jolloin sillan on oltava vastaanotettuna ja viranomaistarkastusten suoritettuna. Silta on noin 170 metriä pitkä ja sen hyödyllinen leveys Mustikkamaan päässä ja sillan keskellä on 4 metriä. Kalasataman päästä silta alkaa langerpalkkisiltana, joka Mustikkamaalle päin mentäessä muuttuu perinteiseksi kaarisillaksi. Kaaren jänneväli on 150 metriä. Silta levenee Kalasataman päädyssä, kun väylä haarautuu Capellan puistotielle ja Parrulaiturille kaaren eri puolille (kuvat 2 ja 3). Kalasataman päädyssä silta on perustettu porapaa-luin tuetun teräsbetonisen maatuen varaan ja Mustikkamaan päässä suoraan kallion varaan jänneteräksin.

Sillan päällysrakenne on täysin teräksinen ja kansi on ripustettu kaaresta 22 vetotanko-parilla. Kansi on ortotrooppinen teräskansi, jonka asennuslohkot on hitsattu toisiinsa työmaalla. [9. s.42]

Sillan alla on 20 metriä leveä ja 7 metriä korkea väylävaraus vesiliikenteelle. [6., 7.]

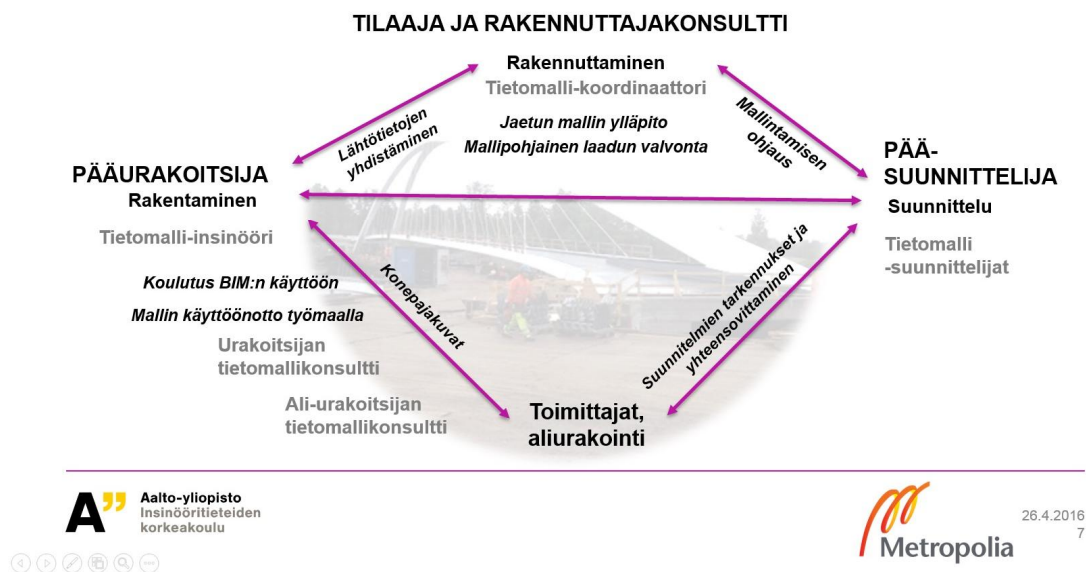


Kuva 3. Kuvakaappaus Isoisänsillan tietomallista. Kalasataman pääty kuvassa oikealla.[9. s.43]

Hankkeen tilaajana toimii Helsingin kaupungin rakennusviraston (HKR) katu- ja puisto-osasto. Rakennuttajakonsulttina toimii A-Insinöörit Rakennuttaminen Oy, josta tuli hankkeeseen myös tietomallikoordinaattori, pääurakoitsijana Kreate Oy ja pääsuunnittelijana Insinööritoimisto Pontek Oy. Konepajasuunnittelusta vastaa WSP, joka myös toimi rakentamisen alkuvaiheessa pääurakoitsijan tietomallikonsulttina. Konepaja on Normek Oy ja betoniraudoitetoimittajana toimii Celsa Steel Service.

Toimijoiden roolin muutos

Tietomalliorganisaatio projektin sisällä



Kuva 4. Isoisänsillan organisaatiokaavio ja kuvaus osapuolten rooleista hankkeessa (Sami Kärnä, Aalto Yliopisto)

3.2 Tietomallin käyttö hankkeessa

3.2.1 Tarjousvaihe

Isoisänsilta on ensimmäinen täysin tietomallipohjainen siltahanke Suomessa. Tietomalli toimii virallisena pääsuunnitelma-aineistona hankkeessa ja urakoitsija tuottaa ja on tuottanut muun muassa piirustuksia, mittaustietoa, aikatauluraportteja ja työtelinesuunnitelmia tietomallista. Urakoitsija vastaa hankkeessa tilaajan, suunnittelijan ja urakoitsijan yhteisen yhdistelmämallin päivityksestä toteutuneiden rakenteiden ja hankkeen aikataulun osalta. [7.]

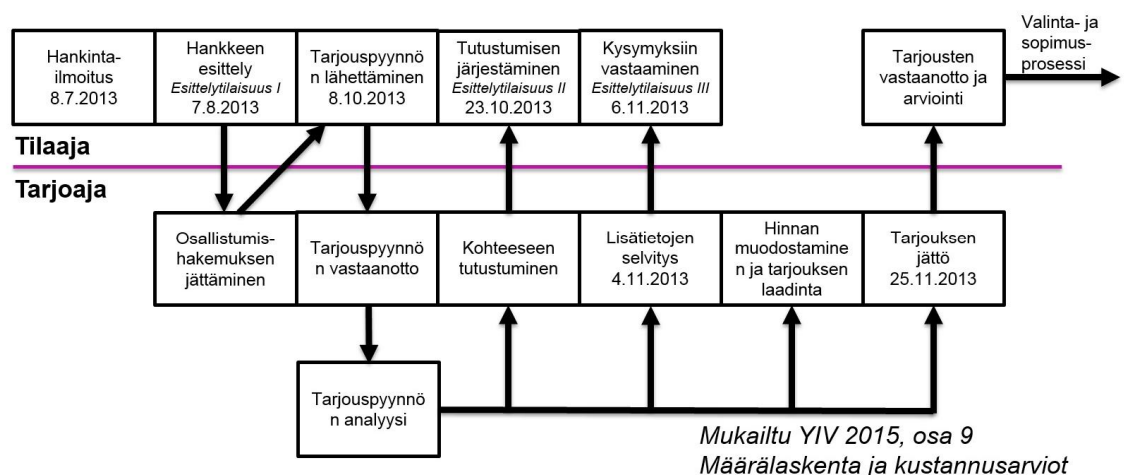
Isoisänsillan urakkatarjousvaiheessa urakoitsijoille luovutettiin vain sillan tietomalli ja hyvin vähäinen määrä mallia tukevia piirustuksia. Piirustukset, joita tilaaja luovutti, olivatkin lähinnä tyyppipiirustuksia. Hanke toteutettiin yksikköhintaisena kokonaisurakkana.

Tarjousvaiheessa tilaaja järjesti urakoitsijoille mallin esittelytilaisuuksia, seminaarimuotoisia tapahtumia, joissa urakoitsijat pääsivät kysymään malliin liittyviä asioita ja tutustumaan mallin sisältöön ja siihen, miten malli on rakennettu. Tavoite näiden tilaisuuksien

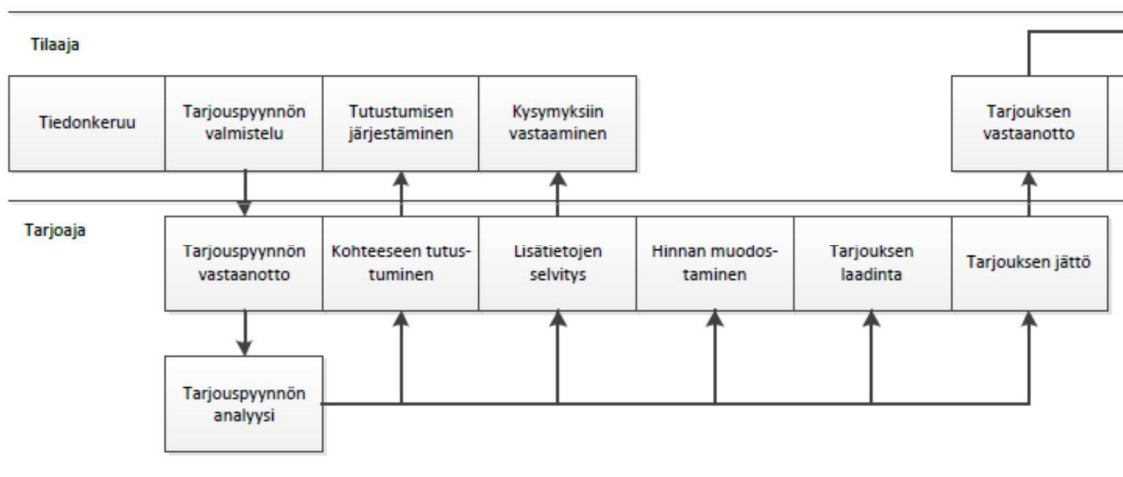
järjestämisessä tilaajalla oli asettaa tarjoajat samalle viivalle ja varmistua siitä, että kaikki tarjoajat ovat ajan tasalla ja ymmärtävät mallin sisällön riittävän hyvin. [22.] Kaikkiaan näitä tilaisuuksia järjestettiin kolme kappaletta tarjousprosessin aikana (kuva 5) ja tämän takia koko tarjousprosessi poikkesi hieman perinteisestä menettelystä (kuva 6).

Määrätiedot on saatu suoraan mallista. Hankkeen tarjousvaiheessa tilaajan tarkoituksena oli, että tarjoajat ottaisivat itse määrät ulos mallista mutta tämän ajatuksen kohdassa vastarintaa tarjoajien kokiessa, että heillä ei ollut riittävästi osaamista eikä tästä johtuen aikaa laatia itse määräluetteloita mallista, päädyttiin siihen, että tilaaja tulostaa määrät tarjoajille mallista ja sitoutuu niihin. Näiden määrien on hankkeen edetessä todettu pitävän hyvin paikkansa.

Hankintamalli Tarjousprosessi

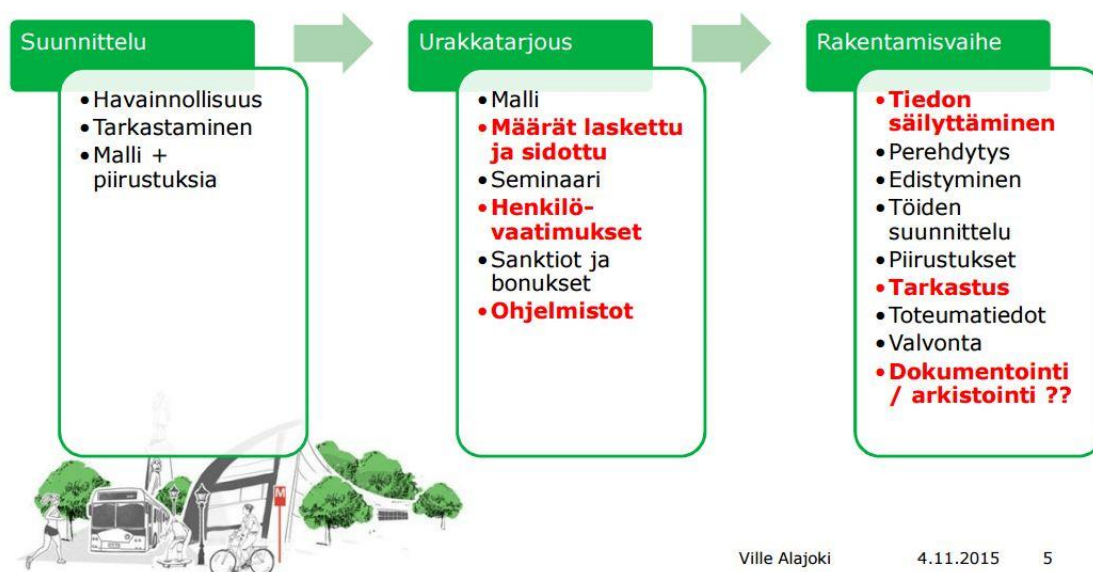


Kuva 5. Isoisänsillan tarjousvaiheen eteneminen. (Vili Eilavaara, Aalto Yliopisto)



Kuva 6. YIV2015:n mukainen tarjousvaiheen eteneminen. [27. s.15]

Sovellettuna hankintaan - tiedonvaihtoa



Ville Alajoki

4.11.2015

5

Kuva 7. Tietomalli sovellettuna hankintaan ja rakentamisvaiheeseen Isoisänsillassa. [23.]

3.2.2 Rakentamisen aikana

Isoisänsillan hankkeessa tietomalli on toiminut pääasiallisena suunnitelma-aineistona, eikä perinteisiä suunnittelijan laatimia 2D-piirustuksia ole toimitettu työmaalle lainkaan. Suunnittelija on laatinut tietomallin Tekla Structures 18.0 - versiolla, mutta työmaalla siirryttiin kesken hankkeen käyttämään versiota 20.0 käytännön syistä. Muun muassa konepajasuunnitelmia laadittaessa huomattiin, että versio 20.0 toimi luotettavammin.

Urakoitsija on tarvittaessa laatinut ja tulostanut haluamansa ja tarvitsemansa paperiset piirustukset suoraan tietomallista työmaalla. Tämä nopeuttaa ja helpottaa urakoitsijan työmaatoimintaa tietyissä tilanteissa, joissa on tarpeellista nopealla aikataululla saada työmiehille esille esimerkiksi jokin yksittäinen detalji tai raudoituspiirustus. [14.]

Tietomallia on käytetty hyväksi työmaakokouksissa, joissa se on toiminut havainnollistavana työkaluna. Tietomallin avulla on seurattu aikataulussa pysymistä ja suunniteltu seuraavien viikkojen tavoitteita. Aikataulutieto on esitetty tietomallissa rakennusosittain värikoodein, jolloin on helppo seurata toteutunutta rakentamisen etenemistä sekä suunnitella tulevaisuutta.

Urakoitsija on palkannut työmaalle tietomallivastaavan, jonka vastuulla on muun muassa toteumamallin laadinta ja päivitys ja tarvittavien piirustusten laadinta työmiehille. WSP toimi rakentamisen alkuvaiheessa pääurakoitsijan tietomallikonsulttina ja järjesti tietomallin käyttökoulutusta tietomallivastaavalle. Tietomallivastaava kävi myös Teklan koulutuksessa.

Tietomallia on käytetty hyväksi myös työntekijöiden perehdytyksessä, jossa tietomalli on huomattu hyödylliseksi työkaluksi ja tämä on saanut erittäin hyvän vastaanoton työntekijöiltä. Tietomallista työntekijä saa nopeasti hyvän, tarkan yleiskuvan työmaasta sekä rakenteesta. Työmaan aluesuunnitelma on myös esitetty mallissa.

Isoisänsillan työmaalla Teklan Field3D-sovellusta käytettiin jossain määrin hyödyksi työnohjauksessa. Käytössä olivat niin iPad kuin myös iPhone. Näistä iPhone todettiin paremmaksi alustaksi pienemmästä näyttökoostaan huolimatta sillä auringon heijastusten todettiin häiritsevän enemmän iPad-laitteilla työskennellessä. [14.]

Field3D on Teklan mobiilisovellus, joka toimii Googlen Android ja Applen iOS - laitteilla. Field3D:n avulla voidaan katsella mobiililaitteilla rakennuksen IFC - malleja kätevästi muun muassa työmaalla. [18.]

Rakentamisen aikana urakoitsija oli velvollinen laatimaan työmaan yleisaikataulun sekä kolmen viikon aikajaksoissa viikkoaikataulut. Aikataulun toteutumista seurattiin säännöllisin väliajoin järjestettävissä työmaakokouksissa ja urakoitsijan ja tilaajan välisissä kokouksissa ja palaverissa. [9. s.42.]

3.2.3 Bonus- ja sanktiojärjestelmä

Tilaaaja on määrittänyt osaksi hankkeen tietomallivaatimuksia urakoitsijalle erillisen bonus- ja sanktiokäytännön, jolla pyritään ohjaamaan urakoitsijan tietomallin käyttöä. Kohteen pilottiluonteesta johtuen tämä nähtiin hyväksi tavaksi saada paras mahdollinen hyöty tietomallista ulos nimenomaan työmaalla ja kannustaa urakoitsijaa kokeilemaan tietomallin käyttöä sellaisissakin tapauksissa, joissa näin ei muuten olisi välttämättä toimitettu.

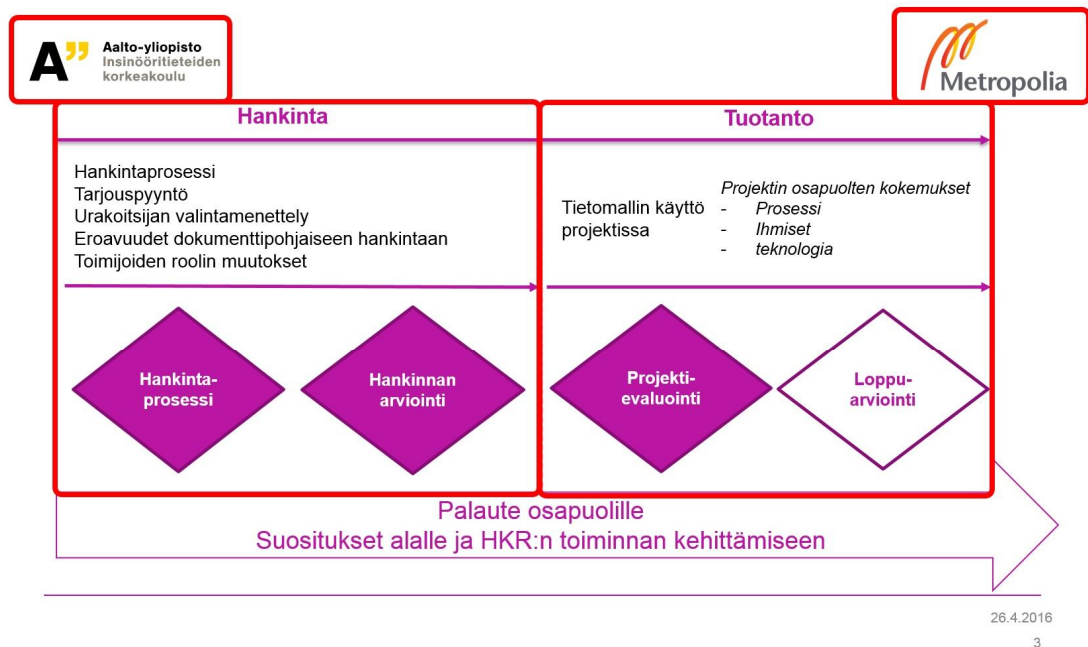
Urakoitsijan on tullut täyttää kustakin asetetusta bonus- ja sanktiojärjestelmän osiosta vähintään minimivaatimus ja tämän lisäksi on määritetty kaksitasoinen bonusasteikko, jonka mukaan urakoitsijalla on mahdollisuus saada rahallinen bonus ylittäessään minimivaatimukset. [12., 14.]

Bonus- ja sanktiojärjestelmä on jaettu minimivaatimuksittain seuraaviin osioihin: aikataulu, perehdyttäminen ja työnohjaus, telinesuunnitelmat, laatudokumentointi, toteumamalli. [29.]

4 Haastattelututkimus

Haastattelut toteutettiin teemahaastatteluina, joissa paikalla oli yrityksestä ja yrityksen roolista hankkeessa riippuen yhdestä kolmeen henkilöä Metropolian ja Aalto Yliopiston tutkimusryhmän lisäksi. Haastattelut kestivät noin 1 - 1,5 tuntia ja ne nauhoitettiin haastateltavien luvalla. Nauhoitteet ovat tutkimusryhmän hallussa. Haastattelut jaoteltiin kolmeen pääteemaan, jotka olivat ihmiset, prosessi ja teknologia. Tällä jaottelulla haettiin Isoisänsillan hankkeen läpiviennin ja onnistumisen mahdollisimman kattavaa niin sanottua 360-evaluaatiota Lean-rakentamisen periaatteiden mukaan hankkeen osapuolten kokemusten perusteella. Kustakin pääteemasta ja niihin liittyvistä haastattelutuloksista sekä keskusteluissa esiin nousseista asioista kerrotaan tarkemmin seuraavissa luvuissa.

Tutkimusryhmä koostui Metropolian puolelta opinnäytetyön tekijän lisäksi rakennusalan tietotekniikan yliopettaja Päivi Jäväjästä, joka toimi myös tämän opinnäytetyön ohjaajana. Aalto yliopiston puolelta tutkimushankkeessa on ollut mukana erikoistutkija Sami Kärnä, tutkimuspäällikkö Juha-Matti Junnonen sekä rakennustekniikan opiskelija Vili Eilavaara, joka teki oman erikoistyönsä liittyen Isoisänsillan tarjousvaiheeseen. Tässä opinnäytetyössä ja haastattelutulosten analysoinnissa keskitytään pääasiassa hankkeen tuotantovaiheeseen.



Kuva 8. InnoBIM-hankkeen roolijako korkeakoulujen välillä

4.1 Haastatteluteemat ja -tulokset

4.1.1 Ihmiset

Ensimmäinen pääteema haastatteluissa oli ihmiset. Tällä tarkoitetaan projektin osapuolten (tilaaja, rakennuttajakonsultti, pääurakoitsija, suunnittelijat, aliurakoitsijat, tavarantoinnittajat ja niin edelleen) välisen yhteistoiminnan toimivuuden ja yhteistoimintatapojen muuttumisen arviointia, osapuolten roolien muuttumista hankkeessa, tietomallipohjaisen toimintatavan mukanaan tuomien riskien tunnistamista ja hallitsemista sekä eri osapuolten tietomallin käytön kyvykkyyden arviointia.

Yhteistyön eri osapuolten välillä koettiin paranevan tietomallin myötä. Suunnitelmien ollessa havainnollisessa 3D-muodossa muun muassa ongelmakohdista koettiin olevan helpompaa keskustella kuin perinteisissä urakoissa, joissa ongelmien havainnointikin on jo lähtökohtaisesti hankalampaa. Tulkinnan varaa jää suunnitelmiin vähemmän, jolloin myös ongelmakohdat tulevat paremmin esille kuin 2D-muotoisissa suunnitelmissa ja tätä myötä pystytään keskittymään niiden ratkaisemiseen paremmin. Tietomalliin voidaan jättää suoraan kommentteja, jolloin keskusteluyhteys muihin osapuoliin ikään kuin automatisoituu, eikä esimerkiksi sähköpostitse käytävää keskustelua ilmene niin paljoa. Isoisännän tapauksessa kuitenkin tietoa liikkuu edelleen paljon perinteisin menetelmin, sähköpostitse, puhelimen välityksellä, työmaakäynnein ja niin edelleen. Mallia olisi voitu käyttää paremminkin hyväksi tiedonvälityksessä, mutta potentiaali tulevaisuutta silmällä pitäen nähtiin ilmeisenä. [12., 13.]

Tietomallipohjainen toimintatapa tuo mukanaan joitakin uusia rooleja rakennushankkeeseen ja jotkin jo olemassa olevat roolit hankkeessa muuttuvat hieman. Suurimmat muutokset näkyvät luonnollisesti työmaalla, kun tietomalli viedään sinne tässä laajuudessa. Urakoitsijalla ei yrityksenä ollut aiempaa mallintamisosaamista, joten työmaalle palkattiin ja koulutettiin tietomallivastaava, jonka tehtäviin kuului muun muassa toteutumamallin ylläpito työmaalla. Hän myös laati ja tulosti työmaalla tarvittavat työpiirustukset tietomallista. Tietomallia käytettiin työmaalla niin työntekijöiden perehdytykseen kuin myös joka päiväisessä työnohjauksessa ja tämä luo tietenkin haasteita työnjohton tietotekniselle osaamiselle. Näistä haasteista kuitenkin selvittiin henkilöstön kovalla motivaatiolla ja innostuneisuudella. [14.]

Uutena roolina tietomallipohjaiset hankkeet tuovat mukanaan myös tietomallikoordinaattorin. Isoisänsillan hankkeessa tietomallikoordinaattori vastasi lähinnä lähtötietoaineiston oikeellisuudesta ja siitä, että jaettu malli on päivitetty oikein. Tietomallikoordinaattori on myös auttanut urakoitsijaa laadunhallinnassa ja tietyissä malliin ja mallintamiseen liittyvissä ongelmissa. Tietomallikoordinaattori on myös toiminut osana tilaajan suorittamaa valvontaa. [13., 14.]

4.1.2 Prosessi

Toinen pääteema haastatteluissa oli prosessi. Tällä tarkoitetaan tietomallin implementointia projektiin, sen mukanaan tuomia uusia haasteita rakennusprojektin hallintaan ja valvontaan, tietomallipohjaisen toiminnan vaikutusta tiedonkulun tehokkuuteen ja toimivuuteen hankkeen eri osapuolten välillä.

Suunnittelu

Suunnittelupuolella tietomallintamista on tehty jo pitkään ja suurin muutos suunnittelijan toimenkuvaan tällaisessa täysin tietomallipohjaisessa hankkeessa onkin urakoitsijalle luovutettava aineisto, tietomalli ja sen mukanaan tuomat uudet vaatimukset. Perinteisesti tietomallintaminen on ollut suunnittelijan työkalu, josta on laadittu piirustukset ja muut suunnitelma-aineistot urakoitsijan käyttöön, nyt luovutetaan tämä tietomalli eteenpäin sellaisenaan. Tämä lisää suunnittelijan työtä, sillä tietomallin tulee olla täydellisempi kuin perinteisesti. [15.]

Isoisänsillassa on erittäin vaikea, kolmeen suuntaan kaareva geometria, joka asetti mallintamiselle omia haasteitaan. Perinteisessä suunnittelussa tämä ei välttämättä olisi ollut niin iso asia, mutta koska tietomallilta edellytettiin tarkkuustasoa siten, että sen avulla voidaan todellisuudessa silta rakentaa, mallintaminen huomattiin yllättävänkin hankalaksi ja suunnitteluaiakataulu pääsi hieman venähtämään.

Itse suunnittelu, lujuuslaskelmat, taipumatarkastelut ja niin edelleen, tapahtuu edelleen kuten ennenkin, suunnitelmat esitetään tietomallissa vain havainnollisemmassa muodossa kuin perinteisesti. Toisaalta suunnittelijan on jossain määrin helpompi havainnoida myös omaa työtään kolmiulotteisessa maailmassa. Tietomallista pystyy halutessaan ottamaan esimerkiksi leikkauksia mistä kohtaa vain sen sijaan, että ne pitäisi päässä ha-

vainnoida ja piirtää erikseen kaksiulotteisena, kuten perinteisesti. Tässä mielessä suunnittelijan työ ehkä helpottuu jossain määrin. Kokonaisuudessaan kuitenkin suunnittelijan työmäärä lisääntyy täysin tietomallipohjaisissa hankkeissa. [15.]

Tilaajan tarpeet, määrälaskenta

Haastatteluissa kävi ilmi, että Isoisänsillan kaltaisessa, täysin tietomallipohjaisessa toimintatavassa tilaajan tarpeet pystytään huomioimaan ja täyttämään paremmin kuin perinteisessä menettelyssä. Tilaajan sitoutuessa muun muassa mallista saamiinsa määrätietoihin yksikköhintaisessa kokonaisurakassa muut urakan osapuolet pystyvät keskittymään olennaiseen ja normaalisti määrälaskentaan käytetty aika pienenee huomattavasti. Tämän lisäksi urakoitsijan ja tilaajan luottaessa siihen, että määrät ovat oikein urakkatarjouksista jää normaalisti määrälaskennan epätarkkuuteen liittyvää niin sanottua riskirahaa hinnoittelemana, mikä vaikuttaa suoraan urakan tarjoushintoihin pienentävästi.

Isoisänsillassa on myös huomattu lisä- ja muutostöiden jääneen rahallisesti todella vähäisiksi, noin puolen prosentin luokkaan koko urakan hinnasta. Tämän nähdään johtuneen juuri määrälaskennan tarkkuudesta sekä siitä, että voidaan havainnollisen suunnitelma-aineiston ansiosta tarkemmin suunnitella aikataulua sekä tuotannon läpivientiä aikaisemmassa vaiheessa. Itse malliin liittyneitä ja siitä johtuneita lisä- ja muutostöitä hankkeessa ei ole tullut vastaan, vaan nämä ovat johtuneet muista asioista, joita rakennushankkeessa tulee väkisinkin vastaan, kuten maanrakentamiseen liittyvistä yllätyksistä. [12.]

Urakoitsija ja tietomallin käyttö työmaalla

Urakoitsijan näkökulmasta tietomallin sisällyttämisessä toimintaan on kriittisintä ymmärtää, mitä haluaa missäkin tilanteessa tehdä mallin avulla ja miten kyseiset toimenpiteet teknisesti toteutetaan mallissa. Esimerkiksi rakennustuotannossa on keskeistä mittatiedon käsittely, miten mallista löytyvät mittatiedot, miten paikalleenmittaustiedot viedään malliin, missä muodossa mittatiedot annetaan rakennusmittaajalle, miten verrataan toteutuneita mittatietoja suunnitelmiin ja niin edelleen. Myös asennus- ja paikallavalutoleranssien ja niissä pysymisen tarkastaminen on oleellista. Tietomalli ja sen käyttäminen tuo näihin omat haasteensa, joista kuitenkin Isoisänsillassa on selvitty erinomaisesti.

Osa suunnittelijan vastuusta ja toimenkuvasta on myös siirtynyt työmaalle muun muassa työpiirustusten laadinnan myötä. Tärkeintä tässä urakoitsijan näkökulmasta on varmistaa, että kaikki oleellinen tieto sisältyy piirustuksiin ja toisaalta, ettei piirustuksissa esiinny ylimääräistä, epäoleellista tietoa. Rakenteiden tulee ehdottomasti myös olla esitetty oikein ja on tärkeää tulkita oikein, mitä suunnittelija on halunnut esittää. Piirustusten laadinnan kannalta onkin oleellista tietää ja ymmärtää, miten tietomalli on laadittu. Kaikkea ei myöskään ole voitu mallissa esittää, joten tiettyjen asioiden, kuten päällystemateriaalien, sisällyttäminen piirustuksiin on tärkeitä. Toki suunnittelija on nämä tiedot toimittanut muissa formaateissa urakoitsijalle, mutta tässä toiminnassa on vaara, että tietoa jää huomaamatta ja huomioimatta. On kuitenkin kokonaisuudessaan hyvä, että työpiirustuksia voidaan nopealla aikataululla laatia sitä mukaa, kun niitä on tarve saada työntekijöille. [14.]

Yhteistyö urakoitsijan ja siltasuunnittelijan välillä, muutosten hallinta

Urakoitsija on myös kokenut, että tietomallintaminen on edistänyt ja helpottanut niin työnsuunnittelua kuin yhteistyötä siltasuunnittelijan kanssa. Työnsuunnittelun on koettu helpottuvan havainnollisen suunnitelma-aineiston avulla muun muassa, koska on mallinnettu työnaikaiset telineet. Myös itse rakenteen hahmottaminen helpottuu ja tätä kautta työn- ja aikataulun suunnittelu. Yhteistyö suunnittelijan kanssa on myös helpottunut, sillä on voitu paremmin huomata työteknisesti hankalia kohtia mallissa paremmin kuin perinteisistä suunnitelmista käy ilmi.

Esimerkiksi sillan peruslaatoissa raudoitteet päädyttiin urakoitsijan esityksestä toteuttamaan kolmesta raudoite-elementistä raudoiteverkoin tapahtuvan asennustavan sijasta täysin työteknisistä syistä. Tässä tapauksessa, kuten yleensäkin urakoitsijan puolelta tulleet muutosehdotukset, lähetettiin sähköpostilla suunnittelijalle ja havainnollistettiin kuvakaappauksin mallista. Tällaiset muutokset olisi ollut teknisesti täysin mahdollista hoitaa mallipohjaisestikin ja jatkossa onkin tärkeitä sopia etukäteen, miten muutosten hallinta tulisi hoitaa mallipohjaisesti.

Suunnittelijan puolelta tulleet muutokset Isoisänsillassa toteutettiin niin, että suunnittelija toimitti urakoitsijalle pienen, niin sanotun revisiomallin, joka sisälsi vain kyseisen muutokohdan. Urakoitsija liitti tämän myöhemmin jaettuun yhdistelmämalliin. [14.]

Rakennuttajakonsultin ja valvonnan näkökulma

Rakennuttamisen puolelle tietomallintaminen tuo mielenkiintoisia, uusia työkaluja. Muun muassa valvonnan rooli helpottuu, kun mallin puutteista ja riskitekijöistä voidaan informoida urakoitsijaa, suunnittelijaa ja tilaajaa helposti suoraan mallin avulla. Myös aikataulun seuranta helpottuu ja on havainnollisempaa kuin esimerkiksi perinteisen janaaikataulun seuranta ja valvonta.

Kokonaisuudessaan täysin tietomallipohjainen hanke ei muuta rakennuttamisen tai valvonnan tehtäviä suuresti, suunnitelmat on vain esitetty havainnollisemmassa muodossa kuin perinteisissä hankkeissa. Hankkeen alkuvaiheessa rakennuttamisen puolella huomattiin kuitenkin, että työmäärä lisääntyi hieman, kun jouduttiin ottamaan selvää, mikä on teknisesti mahdollista tietomallin avulla ja mikä puolestaan ei.

Suunnitteluvaiheessa rakennuttajakonsultin toimenkuvaan kuului vahvasti suunnittelijan mallintamisen ohjaamista. Rakennuttajalla oli tässä tapauksessa laajempi kokemus mallintamisesta kuin suunnittelijalla. [12.]

Laatutiedon hallinta

Eräs urakkaan liittyvä tietomallivaatimus oli se, että urakoitsijan tulee linkittää laatudokumentit malliin. Urakoitsija vei siis projektipankkiin siltaa koskevat laatusuunnitelmat, -dokumentit sekä -raportit ja loi niihin johtavat linkit tietomalliin. Tämä nähtiin kömpelönä toimintatapana niin urakoitsijan kuin valvonnankin puolelta. Urakan tietomallivaatimuksissa ei myöskään rajattu linkitettävien dokumenttien määrää tai laajuutta, joten urakoitsijan on täytynyt nähdä todella suuri vaiva jokaisen rakennushankkeeseen liittyvän laatudokumentin linkittämiseen.

Jatkossa olisi varmasti järkevämpää vähintäänkin rajata linkitettävien dokumenttien laajuutta tai siirtyä kokonaisuudessaan laatutiedon ilmaisemiseen suoraan tietomallissa, jos se teknisesti todetaan mahdolliseksi ja järkeväksi. Esimerkiksi betonin suhteutustiedot voitaisiin saada betonitehtailta suoraan sähköisenä tietomalliin. Tämä ei vielä tällä hetkellä ole varmasti teknisesti tai toiminnallisesti mahdollista, mutta alan kehittyessä tähän suuntaan toivotaan päästävän. [12., 14.]

Betoniraudoitteiden mallintaminen, raudoitetoimittajan kommentit

Isoisänsillan hankkeessa betoniraudoitteet tilattiin ja tuotettiin mallipohjaisesti. Isoisänsillan hankkeessa, joka oli raudoitetoimittajan ensimmäinen täysin tietomallipohjainen hanke, urakoitsija toimitti tietomallin ja raudoitetoimittaja laati tämän pohjalta raudoiteluettelot sekä muut dokumentit omaan tuotantoonsa. Raudoitetoimittajalla on hyvät valmiudet tietomallien hyödyntämiseen omassa tuotannossaan ja sen suunnittelussa. Suurin ongelma raudoitetoimittajan näkökulmasta tietomallin täydelliseen hyödyntämiseen onkin urakoitsijalta saatavan tietomallin täydellisyys ja tarkkuus. Esimerkiksi terästen looginen nimeäminen on oleellista raudoiteluetteloiden laadinnan kannalta ja Isoisänsillan tapauksessa raudoitetoimittaja joutuikin mallintamaan joitakin raudoitteita itse saamaansa malliin sekä jossain määrin muokkaamaan ja nimeämään uudelleen jo mallinnettuja raudoitteita, jotta voitiin mallipohjaisesti tuottaa lopulliset raudoiteluettelot. [16.]

Liikennevirasto julkaisi omat siltojen tietomallinnusohjeensa kesäkuussa 2014, mutta esimerkiksi Isoisänsillan suunnitteluvaiheessa alalla ei vielä ollut vastaavia, kattavia ohjeistuksia. Nykyään monet tietomallipohjaiset siltahankkeet toteutetaankin juuri liikenneviraston ohjeiden mukaisesti, mikä on raudoitetoimittajan mielestä askel eteenpäin myös heidän työtään silmällä pitäen.

Vaikka isoisänsillassa tietomallin täydellinen hyödyntäminen ei aivan onnistunutkaan raudoitetoimittajan päässä nähtiin ilmeisenä kuitenkin, että virheiden määrä pienenee raudoiteluetteloita yms. laadittaessa. Verratessa perinteisiin suunnitelmiin, joissa raudoitetoimittaja joutuu käsin syöttämään suurissa hankkeissa satoja raudoitteita, joissa jokaisessa on monta parametria, tietomallipohjainen suunnittelu on ylivoimaisesti tehokkaampi tapa toimia. Käsin syötettäessä pitkiä raudoiteluetteloita on lähes väistämätöntä, että jossain vaiheessa käy näppäilyvirhe, joka kostautuu tuotantovaiheessa viimeistään. Tietomallipohjaisten suunnitelmien tarkastaminen on huomattavasti helpompaa ja nopeampaa, kuin perinteisten raudoituspiirustusten läpi käyminen yksitellen. [16.]

Konepajatuotanto

Konepajalle toimitettiin myös tietomalli. Ensin urakoitsija toimitti IFC - mallin ja materiaallilistat konepajalle tutustuttavaksi ja myöhemmin Teklan natiivimallin. WSP loi natiivimallista konepajapiirustukset, joita käytettiin konepajalla tuotannossa hyväksi. Tietomallin koettiin konepajan puolesta helpottavan niin tarjouslaskentaa kuin myös vaikean geometrian hahmottamista ja siten tuotannon suunnittelua. Myös yhteistyön urakoitsijaan ja suunnittelijaan päin todettiin toimineen erinomaisesti, jopa paremmin kuin perinteisesti suunnitelluissa hankkeissa. Muutokset ja ongelmakohdat tulevat paremmin tietomallissa esille, mikä luonnollisesti auttaa myös yhteistoiminnassa eri osapuolten välillä.

Alihankkijoiden, etenkin konepajan ja raudoitetoimittajan, puolelta annettiin palautetta, että täysin tietomallipohjaisissa hankkeissa olisi parempi päästä ketjuun mukaan entistä aiemmassa vaiheessa. Tietomallit eivät ole täydellisiä vielä tänä päivänä ja alihankkijoiden puolella joudutaan tekemään, pienempiä tai suurempia, muutoksia suunnitelmiin, jotta niitä voidaan hyödyntää kunnolla alihankkijoiden puolella. Talopuolella tilanne on hieman parempi kuin silloissa esimerkiksi, kun geometria on pääsääntöisesti helpompaa. [16., 17.]

Kokonaisuudessaan kaikkien osapuolten osalta todettiin riskien vähenevän. Toimintatavan tullessa alalla tutummaksi ja mallinnusperiaatteiden vakiintuessa on oletettavaa, että mallien tarkkuus ja käytettävyys paranee entisestään, mikä näkyy muun muassa määrälaskennan lisääntyneenä tarkkuutena sekä tehostuneena tuotannon ohjauksena. Kaikki tämä johtaa lopulta kustannussäästöihin.

4.1.3 Teknologia

Kolmas pääteema haastatteluissa oli teknologia, jolla tarkoitetaan teknologisiin asioihin liittyviä ongelmakohtia ja pullonkauloja tietomallin hyödyntämisessä parhaassa mahdollisessa kapasiteetissaan rakennushankkeessa.

Kuten aiemmin mainittua, suunnittelupuolella tietomallintaminen on jo tänä päivänä arkipäivää. Kuitenkin edelleen vaikeassa geometriassa, kuten Isoisänsillassa, suunnittelijoilla on ongelmia esittää muun muassa raudoitukset monimutkaiseen betonirakentee-

seen. Tämä luo osaltaan ongelmia jatkossa, kuten luovutettaessa malli raudoitetoimittajalle, joka ei voi tällaisessa tapauksessa käyttää mallia sellaisenaan omassa tuotannon suunnittelussaan. [15., 16.]

Myös itse vaikean betoni- ja teräsgeometrian esittäminen niin sanotusti oikein on joissain tapauksissa hankalaa. Tietyissä tilanteissa voi olla hankalaa määritellä, millä työkaluilla ja miten tulisi mallintaa monimutkainen geometria. [15.] Tämä on toki parantunut Isoisänsillan suunnitteluvaiheen jälkeen muun muassa Yleisten tieto- ja inframallivaatimusten myötä, jotka linjaavat yleisellä tasolla käytettävät komponentit ja työkalut.

Hankkeen aikana päädyttiin vaihtamaan käytettyä ohjelmistoversiota versiosta 18.0 versioon 20.0. Tässä muutoksessa ei ollut suurta ongelmaa, tietomallikoordinaattorit hoitivat eri versioilla toteutettujen mallien yhteensovittamisen ja tarkastukset. Jatkossa olisi kuitenkin toivottavaa, että hankkeissa pärjättäisiin yhdellä ohjelmistoversiolla alusta loppuun saakka. [14.]

Teräsrakenteiden mallintamisessa huomattiin konepajalla ongelma suunnitteluvaiheessa peilaamalla tehdyssä geometriassa. Tämä on pieni ongelmakohta, joka vain vaatii suunnittelijalta tarkkuuta, miten mallintaa tällaiset symmetriset rakenteet. Myös konepajalla tällaisen geometria korjaaminen on suhteellisen helppoa ja vaivatonta, mutta aiheuttaa kuitenkin hieman lisätyötä. Muuten konepajan puolella ei ollut suurta ongelmaa mallin hyödyntämisessä. Konepajalla ei vielä ole mahdollisuutta siirtää tietomallia suoraan omaan tuotantonsa ja sen pohjalta luodaankin tarvittavat piirustukset, joita hyödynnetään tuotannossa. Konepaja näki kuitenkin, että tulevaisuudessa tietomallit tullaan viemään suoraan tuotantoon, jolloin toiminta tulee entisestään tehostumaan. Näitä koneohjausmalleja on jo jossain määrin hyödynnetty ja kokeiltu maailmalla, mutta tällä hetkellä investointi näihin järjestelmiin Suomessa on liian kallista, eivätkä tietomallit, joita suunnittelijoilta saadaan, ole vielä riittävän tarkkoja. [17.]

5 Johtopäätökset ja kehitysehdotukset

5.1 Johtopäätökset

Tietomallintaminen Suomessa ja case Isoisänsilta, haastattelutulokset

Tietomallintaminen on mennyt selvästi eteenpäin Suomessa viime vuosina. Perinteisesti mallintaminen on nähty suunnittelijan työkaluna, mutta on nähtävissä, että alalla on herännyt halu viedä tietomallintamista eteenpäin ja ottaa siitä kaikki mahdollinen hyöty irti. Tämä tarkoittaa Isoisänsillan kaltaisten rohkeiden pilottikohteiden, joissa vaaditaan tietomallintamista ja sen kattavaa hyödyntämistä läpi hankkeen, yleistymistä tulevaisuudessa, mikä puolestaan johtaa koko alalla kustannussäästöihin ja muutenkin hankkeiden läpiviennin tehostumiseen kautta linjan. Tämä on käynyt selväksi Isoisänsillassa ja jo sitä edeltäneessä Crusellin sillassa.

Tietomallintamisella on selvää potentiaalia tehostaa hankkeiden läpiviemistä ja parantaa osapuolten välistä yhteistoimintaa hankkeissa. On kuitenkin tärkeää muistaa tässä kohdalla, ettei alalla vielä tänä päivänä ole täydellisiä valmiuksia siirtyä täysin tietomallipohjaiseen toimintaan. Muun muassa perinteisiä piirustuksia tarvitaan edelleen ja tullaan luultavasti tarvitsemaan aina, eikä etenkään pienillä urakoitsijoilla, tilaajilla tai edes suunnittelijoilla ole riittävästi osaamista liittyen tietomallintamiseen. Tämä tarkoittaa, että alan on kokonaisuutena löydettävä ja ymmärrettävä tietomallintamisen tuomat edut ja tähän tarvitaan jatkossa huomattava määrä koulutusta, tiedottamista sekä kokemusta ja dokumentointia näistä hankkeista.

Isoisänsillan kaltaisilla hankkeilla voidaanakin osoittaa, että vaikka esimerkiksi piirustuksia tarvitaan edelleen, saadaan tietomallipohjaisesta toiminnasta konkreettisia hyötyjä koko hanketta silmällä pitäen. Tästä osoituksena on muun muassa suunnitelmien havainnollisuuden lisääntyminen, millä on itsessään jo monia etuja, kuten suunnittelu- ja tulkintavirheiden huomattava väheneminen.

Isoisänsillassa urakoitsija on myös osoittanut, että motivaatiolla ja oikealla suhtautumisella asiaan kokemattomallakin urakoitsijalla on mahdollisuus laatia tietomallista tarvitsemansa piirustukset ja käyttää tietomallia todella hyödyksi niin työntekijöiden perehdyttämisessä, työnohjauksessa kuin rakentamisen suunnittelussa. Aikataulun suunnittelu ja

seuranta helpottuu myös huomattavasti tietomallin havainnollisuuden myötä verrattuna esimerkiksi perinteisiin jana-aikatauluihin.

Isoisänsilta on tuonut hienolla tavalla esiin sen, että henkilöstön motivaatiolla ja innokkuudella voidaan päästä yli uuden toimintatavan asettamista haasteista, kuten tekni-
sestä kokemattomuudesta työmaan päässä. Tämän toivoisi lisäävän myös pienempien urakoitsijoiden ja tilaajien uskalaisuutta tutustua tietomallintamiseen ja sen tuomiin etuihin ja koulututtua hyödyntämään tietomalleja omissa hankkeissaan entistä laajemmin.

Muutos ja siirtyminen täysin tietomallipohjaiseen toimintaan ei missään tapauksessa tule tapahtumaan yhdessä päivässä ja tarvitaankin Isoisänsillan kaltaisia hankkeita lisää, joissa konkreettisesti osoitetaan tietomallintamisen laajan hyödyntämisen tuomat edut, kuten suunnitelmien parantunut laatu, työmaan aikataulun seurannan ja suunnittelun helpottuminen ja tarkentuminen, rakentamisen toteutuksen suunnittelun uudet työkalut, määrälaskennan tarkentuminen ja niin edelleen. Vain tällä tavalla saadaan vietyä alaa kokonaisuutena eteenpäin ja vähitellen tilaajat alkavat varmasti vaatia tietomallin laajempaa hyödyntämistä.

Isoisänsillan hankkeen tarjousvaiheen tietomalliseminaarit ovat hyvä tapa saada tarjoajat samalle viivalle tietomallin sisällön ja sen käytön suhteen. Nykytilanteessa, jossa urakoitsijoilla ei vielä välttämättä ole tarvittavaa teknistä osaamista tietomallin täydelliseen hyödyntämiseen, on tärkeätä tilaajan puolelta vastata siitä, että kaikki tarjoajat ymmärtävät, mitä suunnitelmat pitävät sisällään ja mitä heiltä odotetaan tietomallin käyttöön liittyen. Tämä toimintamuoto on varmasti hyvä jatkossakin, varsinkin tässä siirtymävaiheessa tietomallipohjaiseen toimintaan.

Yhteistyön hankkeen eri osapuolten välillä voidaan sanoa parantuneen täysin tietomallipohjaisen toiminnan myötä. Suunnitelmiin jää huomattavasti vähemmän tulkinnan varaa kuin perinteisiin paperipiirustuksiin ja -suunnitelmiin, joten osapuolilla on yhtenäisempi käsitys suunnitelmien sisällöstä ja hankkeeseen tutustumisaika pienenee. Tämä antaa myös esimerkiksi urakoitsijalle paremmat valmiudet kommentoida suunnitelmien sisältöä, jolloin muun muassa tuotannon ja aikataulun suunnittelu tehostuu.

Suunnittelijalle tällainen toimintamallipohjainen toiminta tuo lisää työtä. Urakoitsijalle luovutettavan tietomallin täytyy tietosisällöltään olla täydellisempi kuin perinteisissä, niin sa-

notuissa hybridihankkeissa, joissa tietomalli on toiminut ainoastaan suunnittelijan työkaluna. Urakoitsijan käyttäessä tietomallia omassa työohjauksessaan ja -suunnittelussaan täytyy suunnittelijan esittää mahdollisimman tarkasti suunnitelmansa tietomallissa, jotta urakoitsija todella pystyy sitä työmaalla käyttämään tarvitsemassaan laajuudessa. Onkin tärkeätä varmistaa varsinkin hankkeen alkuvaiheessa, että suunnittelulle varataan ennen rakentamisen aloittamista riittävästi aikaa. Epätäydellisestä urakoitsijalle luovutettavasta lähtötietomallista on vain haittaa koko hankkeelle ja pitää myös varmistaa, että mallipohjaisesti laadittaessa määräluettelot niihin voidaan todellisuudessa luottaa. Tämä voidaan varmistaa vain varaamalla suunnittelulle riittävästi aikaa.

Tietomallia hyödynnettäessä tässä laajuudessa työmaalla osa suunnittelijan vastuusta siirtyy väkisinkin urakoitsijalle. Urakoitsija on kuitenkin Isoisänsillassa selvinnyt tietomallin käytöstä hyvin, muun muassa työpiirustusten laadinnassa ei suuria ongelmia ole ollut. Suunnittelija ei myöskään ole voinut, ja tuskin koskaan voikaan, esittää kaikkea mahdollista rakenteisiin liittyvää tietoa tietomallissa, joten urakoitsijan on huomattava mallin mahdolliset puutteet. Tämä luo riskin, että osa tiedosta jää hyödyntämättä ja että tietoa hukkuu tiedonsiirtoketjussa.

Kokonaisuudessaan kuitenkin urakoitsijalla on huomattavasti enemmän tietoa paremmin saatavilla kuin perinteisissä hankkeissa, joissa tieto on enemmän levällään piirustuksissa, dokumenteissa, sähköpostien liitteinä ja kokonaisuudessaan hankalammin luettavissa, mikä on ehdottomasti hyvä asia. Tässä on vielä kehitettävää ja vaaditaankin panostuksia niin ohjelmistokehittäjien kuin käyttäjienkin puolelta siihen, että mahdollisimman suuri osa kaikesta hankkeeseen liittyvästä tiedosta olisi sidottuna tietomalliin ja tätä kautta luettavissa kaikilla osapuolilla reaaliajassa yhdessä, selkeässä ja ennalta määrättyssä paikassa.

Kokonaisuudessaan täysin tietomallipohjainen hanke ei muuta valvonnan roolia perinteisestä, mutta tuo siihen helpottavia työkaluja ja tekee muun muassa aikataulun seurannasta helpompaa ja havainnollisempaa. Myös mallin puutteiden ja riskitekijöiden havainnointi ja niistä informoiminen helpottuvat. Tämä edes auttaa myös urakoitsijan toimintaa, kun valvonnan kommentit ovat suoraan reaaliajassa luettavissa tietomallista oikeasta kohtaa.

Hankkeen alkuvaiheessa kuitenkin rakennuttamisen ja valvonnan puolella kokonaistyömäärä hieman lisääntyy, ainakin näin siirtymävaiheessa, kun joudutaan enemmän ottamaan selvää esimerkiksi, miten malli on rakennettu.

Tavarantoimittajienkin puolella tietomallit edistävät toimintaa. Virheiden määrä pienenee tuntuvasti verrattuna perinteisesti läpi vietyihin hankkeisiin, sillä tietomallipohjaisten suunnitelmien tarkastaminen on helpompaa kuin ison kasan paperisia tai pdf-muotoisia 2D-piirustuksia.

Tosin on huomattava, että tänä päivänä tietomallit eivät vielä ole riittävän tarkkoja tavarantoimittajien tarpeisiin, jotta he pystyisivät niitä hyödyntämään sellaisinaan omassa tuotannossaan. Johtuuko tämä sitten tietoteknisistä syistä vai osaamisesta, on hankala arvioida. On kuitenkin selvää, että toimintatapojen vakiintuessa, ohjelmistojen kehittyessä ja yleisten ohjeiden tullessa laajempaan käyttöön sekä Isoisänsiltaa vastaavien hankkeiden lisääntyessä kaikkien osapuolten, ei vain tavarantoimittajien, kannalta tietomallit tulevat edesauttamaan hankkeiden läpivientiä entistä tehokkaammin ja tuottavammin.

Tutkimuksen tarkastelu ja hyödyntäminen jatkossa

Haastattelututkimuksessa saatiin tavoitteen mukaisesti kattavasti kokemuseräistä tietoa Isoisänsillan osapuolilta täysin tietomallipohjaisesta toiminnasta. Nämä kokemukset ja kommentit tulevat varmasti olemaan hyödyksi jatkossa muillekin tilaajille, urakoitsijoille ja suunnittelijoille kuin Isoisänsillan hankkeeseen osallistuneille.

Haastatteluissa nousi uudesta toimintatavasta esiin asioita, joita ei Isoisänsillan hankkeessa osattu ottaa huomioon kohteen täydellisestä pilottiluonteesta johtuen. Voidaan sanoa, että tutkimus lisäsi tietoa ja nosti esiin kehitettäviä asioita täysin tietomallipohjaisesta toimintatavasta ja urakoinnista, esimerkiksi laatudokumenttien ja muutosten hallinta rakentamisen aikana. Näiden tulosten perusteella hankkeen läpiviemistä tietomallipohjaisesti voidaan jatkotutkimuksissa edelleen kehittää ja toimintatavan tullessa tutummaksi koko alalle toiminta tulee tehostumaan entisestään.

Tämän opinnäytetyön lisäksi Aalto Yliopiston puolella on osana InnoBIM - hanketta laadittu myös erikoistyö, joka keskittyy Isoisänsillan tarjousvaiheen tarkasteluun tämän työn keskittyessä enemmän urakointiin ja työmaan toimintaan. Syksyllä 2016 tullaan myös

julkaisemaan Metropolian ja Aalto Yliopiston yhteinen, InnoBIM - hankkeen loppuraportti sekä lopulliset kehitysehdotukset liittyen tietomallipohjaiseen hankintaan, urakointiin ja jatkotutkimuksiin. Nämä kehitysehdotukset ja lopullinen yhteenveto Isoisänsillan hankkeesta ja tästä toimintatavasta tulevat olemaan kullan arvoista tietoa koko alan kehittymistä silmällä pitäen. Tämä opinnäytetyö toimii osana tätä kokonaisuutta.

5.2 Kehitysehdotukset

Case Isoisänsilta, tietomallipohjainen toiminta

Isoisänsillassa tietomallia olisi voitu käyttää laajemminkin hyväksi tiedonvälityksessä osapuolten välillä. Tietoa liikkuu edelleen paljon sähköpostin ja muiden perinteisten menetelmien välityksellä. Etenkin itse malliin liittyvät muutokset ja muut kommentit olisi hyvä saada sisällytettyä suoraan malliin. On yleisesti ottaen hyvä mitä vähemmän tiedonsiirtoformaatteja on käytössä, sillä muussa tapauksessa on vaara, että tietoa jää huomioimatta ja näin tulee tehtyä virheitä.

Suunnittelulle tulisi varata riittävästi aikaa. Suunnittelijan työmäärä painottuu tietomallipohjaisissa hankkeissa hankkeen alkupäähän, kun mahdollisimman aikaisessa vaiheessa tulee saada aikaiseksi mahdollisimman täydelliset suunnitelmat. Isoisänsillan tapauksessa suunnitteluajataulu venähti hieman, eikä tämä aiheuttanut suuria ongelmia, mutta jatkossa tämän voisi huomioida paremmin.

Rakentamisen aikaisten muutosten hallintaa voisi järkevöittää. Isoisänsillassa suunnittelijalta tulleet muutokset toteutettiin pienen, niin sanotun revisiomallin avulla, jonka jälkeen urakoitsija liitti sen jaettuun yhdistelmämalliin ja puolestaan urakoitsijalta päin tulleet muutokset viestitettiin sähköpostitse. Muutosten hallinnan voisi tehdä mallipohjaisestikin, jolloin tieto siirtyisi saman tien kaikille osapuolille ilman vaaraa, että missään vaiheessa tulee väärin ymmärryksiä tai virheitä tietoa siirrettäessä.

Urakan tietomallivaatimuksissa oli maininta, että urakoitsijan tulee linkittää laatudokumentit projektipankista tietomalliin. Jatkossa olisi hyvä vähintäänkin rajata linkitettävien dokumenttien määrää tai siirtyä kokonaan tietomallipohjaisuuteen, eli vaatia urakoitsijan sisällyttämään laatutiedot suoraan tietomalliin. Myös muilta toimittajilta voisi pilottimielessä vaatia laatutietojen toimittamista urakoitsijalle sähköisenä. Esimerkiksi betonin

suhteutustiedot voisi mahdollisesti saada betonitehtaalta sisällytettynä suoraan tietomalliin oikeille objekteille esimerkiksi User Defined Attributes (UDA) -kenttiin.

Yksi mahdollisuus laatu- ja muiden dokumenttien käsittelyn järkevöittämiseksi voisi olla pilvipohjainen palvelu, jossa sekä malli että siihen liittyvät dokumentit olisivat helpommin löydettävissä kuin nykyisessä menettelyssä, jossa malli on käyttäjän kovalevyllä ja projektipankki erikseen. Tätä tarkoitan käyttäjäystävällisyyden näkökulmasta. Isoisänsillassa urakoitsija ja valvonta kokivat hankalaksi ja jäykäksi menettelyn, jossa luodaan linkkejä projektipankkiin. Tarvittavien dokumenttien, jos ja kun ne halutaan mallipohjaisesti esittää, tulisi avautua ja olla löydettävissä helposti suoraan mallinäkökymässä ilman projektipankin kaltaista menettelyä välissä.

Ratkaisu tähän voisi olla ohjelmistotalojen kehittämä järjestelmä, jossa ohjelmistotalo tarjoaa pilvipalvelimen, johon osapuolet laittavat tarvitsemansa mallit ja niihin ja koko hankkeeseen liittyvät dokumentit. Vähintään jatkossa hankkeissa tulisi sopia esimerkiksi ModelSharing-toiminnon kaltaisten työkalujen paremmasta hyödyntämisestä jo heti hankkeen alussa. Toki Isoisänsillassa ModelSharing tuli käyttöön kesken hankkeen.

Tavarantoimittajat, konepaja ja raudoitetoimittaja, toivoivat, että pääsisivät aiemmassa vaiheessa mukaan tietomallipohjaisiin hankkeisiin. Ollessaan aiemmin hankkeessa mukana hankkeessa tavarantoimittajat voisivat esittää omia toiveitaan malliin liittyen ja tämä edesauttaisi koko ketjun toimintaa, sillä esimerkiksi raudoitteiden mallintaminen kerralla siten, että raudoitetoimittaja saa siirrettyä tiedot suoraan omaan tuotantoonsa, nopeutaisi ja tehostaisi koko ketjua. Sama pätee konepajasuunnitelmiin ja mallin hyödyntämiseen konepajalla. Tässä on tietenkin sopimusteknisiä asioita mietittävänä, jotka eivät sinällään liity tietomallintamiseen.

Jatkotutkimukset

Jatkotutkimuksissa tästä aiheesta olisi varmasti hyvä ajatus luoda laadullinen tarkastelumenetelmä, jossa olisi mittarein määritelty hankkeen onnistumista ja mahdollisimman tehokkaan läpiviennin kehittämistä. Isoisänsillan hankkeen haastattelututkimus suoritettiin puolistrukturoituina teemahaastatteluina, koska tätä aihetta lähdettäessä tutkimaan oli mahdotonta luoda tällaista arviointimenetelmää vastaavien hankkeiden puutteen vuoksi eikä se Helsingin kaupunginkaan myöntäessä rahoitusta hankkeelle ollut sisällytettynä tavoitteisiin.

Näiden hankkeiden lisääntyessä tietoa on käytettävissä enemmän ja esiin nousee asioita, joita pystytään paremmin mittariperusteisesti arvioimaan. Tämä edes auttaisi tilaajia määrittämään muun muassa hankkeiden tietomallivaatimukset jatkossa palvelemaan paremmin koko hanketta ja kaikkia sen osapuolia. Myös osapuolten väliseen yhteistointintaan ja tiedonvälitykseen liittyviä asioita olisi hyvä vertailla ja pystyä mittaroimaan. Näin pystyttäisiin löytämään parhaiten toimivat menetelmät.

Lähteet

- 1 Helsingin kaupunki, kaupunginkanslia. Innovaatiorahasto hakemus, 2015. Verkkodokumentti pdf (<http://dev.hel.fi/paatokset/media/att/03/03d1208636449a02dfdd887f8955b232e134292a.pdf>)
- 2 BuildingSMART Finland kotisivut, <http://www.buildingsmart.fi/8> viitattu 24.3.2016
- 3 Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 1: Yleinen osuus
- 4 Rakennustietosäätiö RTS, Tietomallintamisen (BIM) käyttö Suomessa, Kyselyn tulokset. Verkkodokumentti pdf (https://www.rakennustieto.fi/material/attachments/tutkimus- ja kehittamistoimita/6JKJPZe3A/BIM_SurveyRaporttiTeksti.pdf)
- 5 Rakennustietosäätiö RTS, Tietomallintamisen (BIM) käyttö Suomessa, Avoimet vastaukset. Verkkodokumentti pdf (https://www.rakennustieto.fi/material/attachments/tutkimus- ja kehittamistoimita/6JKJJeMCJ/BIM_avoimet_vastaukset.pdf)
- 6 HKR Katu- ja puisto-osasto, katusuunnitelman selostus. Verkkodokumentti pdf (http://www.hel.fi/hel2/hkr/tyokohteet/sornainen/isois%C3%A4nsilta_selostus.pdf)
- 7 Kreate Oy kotisivut <http://www.kreate.fi/palvelut/referenssit/isoisansilta/> viitattu 30.3.2016
- 8 InfraBIM kotisivut <http://www.infrabim.fi/yiv2015/> viitattu 1.4.2016
- 9 Peippo Elina, opinnäytetyö Turun ammattikorkeakoulu, Tietomallin hyödyntäminen infrahankkeen laadunvalvonnassa - Isoisänsillan rakennuttaminen Helsingin Kalasatamaan. Verkkodokumentti pdf (https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/92519/Peippo_Elina.pdf?sequence=1)
- 10 InfraBIM kotisivut <http://www.infrabim.fi/helsinki-tehostaa-sillanrakennusta-mallintamalla/> viitattu 19.4.2016
- 11 Ahokas Niila, opinnäytetyö Lapin ammattikorkeakoulu, 3D-kaupunkimallin tuottaminen ja ylläpito. Verkkodokumentti pdf (https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/78720/Ahokas_Niila.pdf?sequence=1)
- 12 Haastattelu: Juha Noeskoski, A-Insinöörit Rakennuttaminen Oy, Espoo, 22.12.2015
- 13 Haastattelu: Sami Rantala, Kreate Oy, 11.1.2016, Espoo
- 14 Haastattelu: Aki Kopra, Kreate Oy, 20.1.2016, Helsinki

- 15 Haastattelu: Juhani Hyvönen, Insinööritoimisto Pontek Oy, 22.1.2016, Skype, Helsinki - Kuopio
- 16 Haastattelu: Antti Kotkavuori, Mikael Diakhate, Celsa Steel Service, 26.1.2016, Vantaa
- 17 Haastattelu: Henrik Kiviniemi, Normek Oy, 27.1.2016, Skype, Helsinki - Oulu
- 18 Tekla kotisivut <http://www.tekla.com/fi/tuotteet/tekla-field3d> viitattu 12.4.2016
- 19 Tekla kotisivut <https://download.tekla.com/tekla-model-sharing> viitattu 12.4.2016
- 20 Rakennustietosäätiö RTS, Lean-filosofian ja menetelmien soveltaminen Suomessa. Verkkodokumentti pdf (<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK110702.pdf>)
- 21 InfraBIM kotisivut, Ville Alajoki, HKR, Blogi: Tietomallintaminen muutakin kuin koneohjausta <http://www.infrabim.fi/tietomallintaminen-muutakin-kuin-koneohjausta/> viitattu 14.4.2016
- 22 InfraBIM kotisivut, Alajoki Ville, Isoisän silta ja 6D-siltaprojekti, <http://www.infrabim.fi/isoisan-silta-ja-6d-siltaprojekti/> viitattu 14.4.2016
- 23 InfraBIM kotisivut, Alajoki Ville, Case Isoisänsilta: Kokemuksia tietomallipohjaisesta hankkeesta. Verkkodokumentti pdf (<http://www.infrabim.fi/wp-content/uploads/2015/11/Ville-Alajoki.pdf>)
- 24 Tekla kotisivut <http://www.tekla.com/fi/referenssit/crusellin-silta> viitattu 19.4.2016
- 25 Uutta Helsinkiä - sivusto <http://www.uuttahelsinki.fi/kruunusillat> viitattu 19.4.2016
- 26 Kuntatekniikka.fi - sivusto, Kruunusillat, verkkodokumentti pdf (http://kuntatekniikka.fi/wp-content/uploads/sites/2/2015/04/Kehto_Oulu_Alajoki_Kruunusillat_Tietomallinnus_20150326-R1-1.pdf)
- 27 Yleiset inframallivaatimukset 2015, Osa 9: Määrälaskenta, kustannusarviot
- 28 Helsingin kaupungin rakennusvirasto, taitorakenteiden tietomallinnusohje, verkkodokumentti pdf (http://www.hel.fi/hel2/hkr/julkaisut/ohjeet/taitorakenteet_tietomallinnusohje.pdf)
- 29 Helsingin kaupungin rakennusvirasto: Isoisänsilta, Urakan tietomallivaatimukset, -bonukset ja -sanktiot: Bonus- ja sanktiojärjestelmä 2.10.2013